

ملخص وحدة الية تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة
إعداد الأستاذة خيرة فليتي

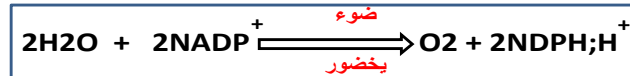
التلخيص بالرسم	التلخيص بالنص	مقر عملية التركيب الضوئي
ضوء غلاف الصانعة ستروما تلاكوئيد $H_2O \rightarrow O_2$ $CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$ تفاعل كيموضوئي تفاعل كيموحيوي $12 H_2O + 6 CO_2 \xrightarrow[\text{خضرة}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2$ تفاعل أكسدة	• تحدث عملية التركيب الضوئي على مستوى الصانعات الخضراء . • للصانعة الخضراء (البلاستيدة) بنية حبيبية منظمة كالآتي: • تراكيب غشائية داخلية تشكل أكياس مسطحة تسمى التلاكوئيد تتميز فيها صفائح حشوية تصطف بينها كيبسات مشكلة بذيرة. • تجويف داخلي تملؤه الستروما (الحشوة) يحاط بغشاء بلاستيدي داخلي. • يضاعف الغشاء الداخلي بغشاء خارجي يفصل بينهما فضاوة بين الغشاءين • تحوي اغشية التلاكوئيد أصبغة التركيب الضوئي (يخضورية + اشباه الجزرين) وجهاز انزيمي (انزيم اكسدة الماء والـ ATP سنتاز). • تحوي الحشوة مواد أيضية وسيطية لتركيب المواد العضوية كنواتل البروتونات $NADH;H^+$ و ATP, Pi, ADP ، وكذلك عدد من الانزيمات كالريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيداز). - تتم عملية التركيب الضوئي وفق مرحلتين: • مرحلة كيموضوئية يتم خلالها انطلاق O_2 • مرحلة كيموحيوية لا تحتاج إلى ضوء يتم خلالها إرجاع الـ CO_2 وانتاج المادة العضوية	

**مرحلة
التفاعل
الكيميائي**

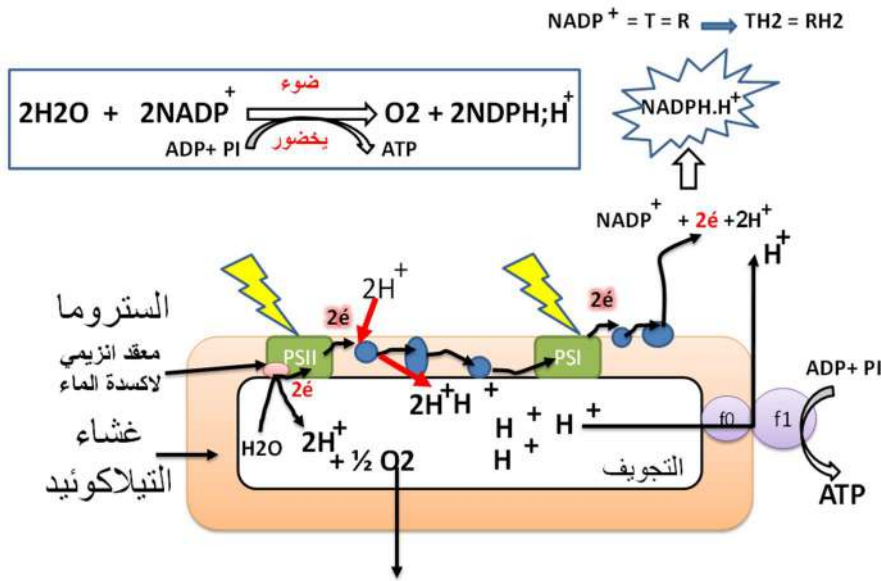
على مستوى غشاء التيلاكويد وبوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات النيكوتين اميد ثنائي النكليوتيد فوسفات $NADP^+$ والـ ADP ، P_i تنطلق تفاعلات المرحلة الكيميائية وفق الخطوات التالية:

- يمتص النظام الضوئي الفوتونات الضوئية بفضل الصبغات الهوائية (يخضور أ، يخضور ب، أشباه الجزرين) التي تنقل الطاقة دون انتقال الإلكترونات الى ان تصل المركز التفاعلي (زوج من اليخضور أ) فيتأكسد متخليا عن إلكترونات محملة بالطاقة، تنتقل عبر سلسلة النواقل حسب تزايد كمون الأكسدة الارجاعية.

- يسترجع المركز التفاعلي $PSII$ إلكتروناته وبالتالي قابلية التنبيه من أكسدة الماء. فتتحرر بروتونات في التجويف وينطلق الـ O_2 ، ويعوض PSI إلكتروناته بالإلكترونات $PSII$ أما إلكترونات PSI فتستقبل نهائيا من طرف $NADP^+$ الذي يرجع ويتحول الى $NADPH.H^+$.

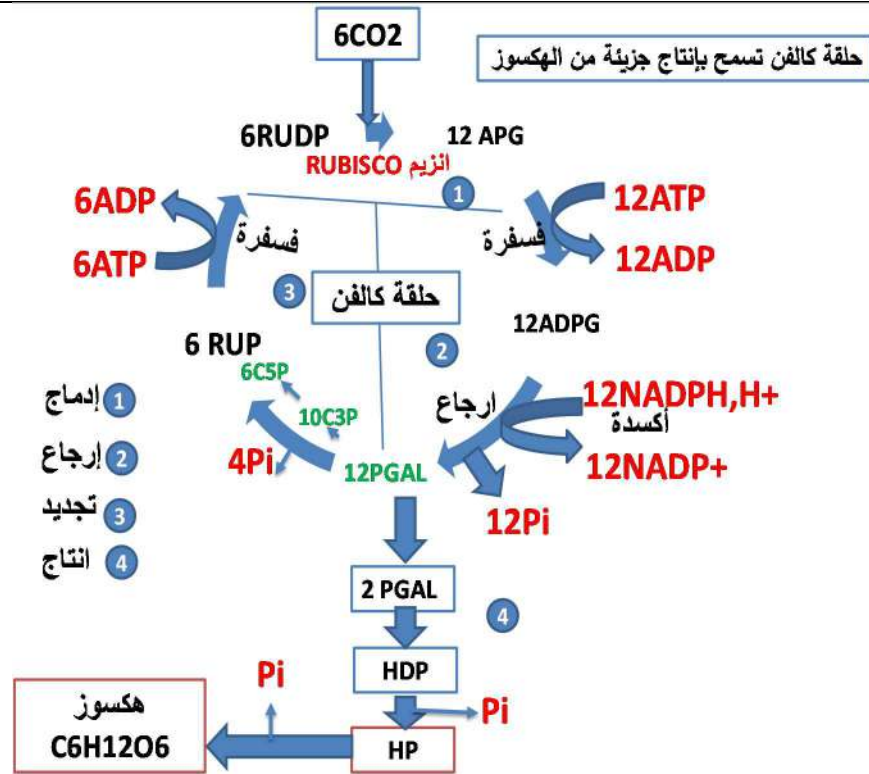
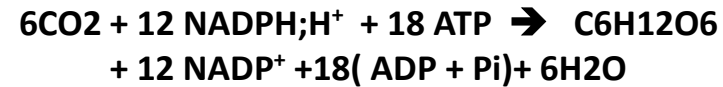


- يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة / ارجاع (السلسلة التركيبية الضوئية) تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء وتلك التي يتم نقلها من الستروما إلى التجويف مما يخلق تدرجا في تركيز البروتونات بين الحشوة والتجويف فتنتشر البروتونات على شكل سيل يخرج عبر الـ ATP سنتاز محفزا إياه على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود P_i إنها الفسفرة الضوئية.



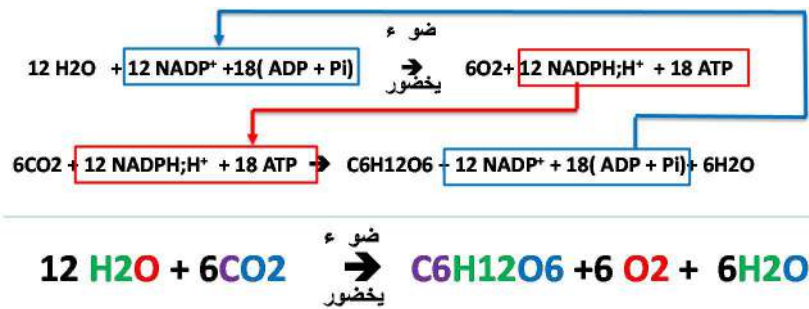
التفاعل الكيموحيوي

- يقوم أنزيم RUBISCO بتثبيت جزيئة CO₂ على جزيئة RUDP ليتشكل مركب سداسي الكربون سريع الانشطار الى 2APG
- تستعمل نواتج التفاعل الكيموضوي حيث ينشط APG بواسطة الـ ATP ثم يرجع الى سكر ثلاثي PGAL (فوسفو غليسر الدهيد) باكسدة NADPH.H⁺
- يستعمل جزء من السكر الثلاثي في تجديد RUDP باستعمال المزيد من الـ ATP ويستعمل الجزء الاخر من السكر المرجع في تركيب السكريات سداسية الكربون (هكسوزات)، الاحماض الامينية، الدسم.
- معادلة التفاعل الكيموحيوي



العلاقة بين التفاعلين

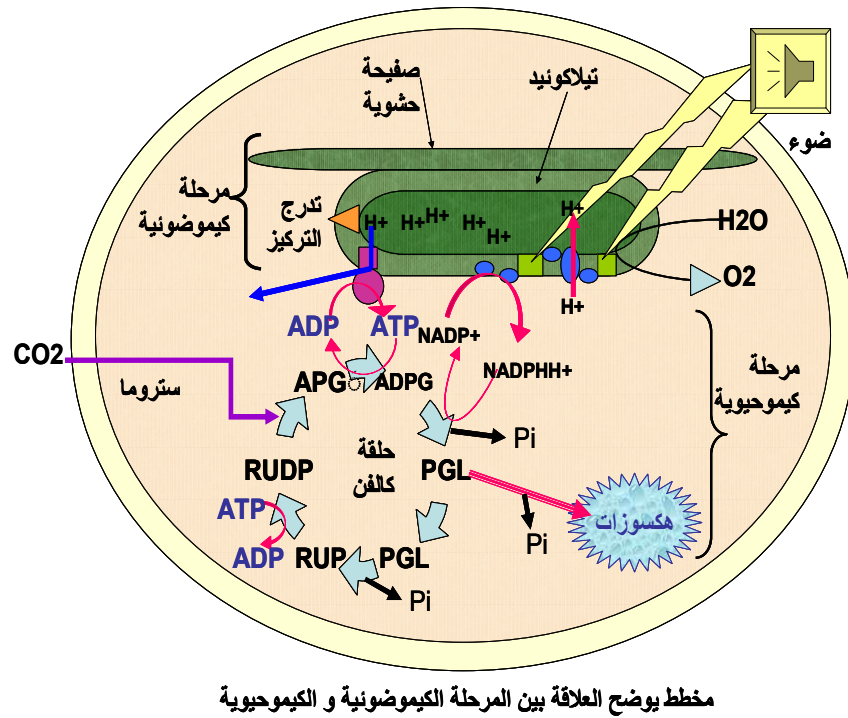
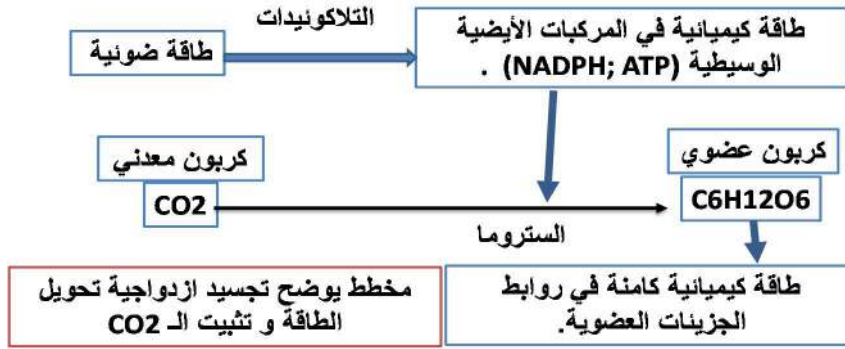
تحدث عملية التركيب على مستوى الصانعات الخضراء وفق تفاعلين متواليين . مما يسمح بحدوث تحولات طاقوية هامة . فكيف تسمح العلاقة بين التفاعل الكيموضوي و الكيموحيوي بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة؟ على مستوى التيلاكويد يحدث التفاعل الكيموضوي بتدخل السلسلة التركيبية الضوئية التي تتكون من نظامين ضوئيين يعملان على استقبال الطاقة الضوئية وتحويلها الى إلكترونات محملة بالطاقة تنقلها سلسلة نواقل الإلكترونات مما يضمن اكسدة الماء مع انطلاق ثنائي الاكسجين وارجاع مستقبل نهائي NADP⁺ وتحويله الى NADPH, H⁺ بالإضافة الى تدخل انزيم الـ ATP سنتاز . الذي يعمل على



فسفرة الـ ADP بوجود P_i وتركيب الـ ATP (الفسفرة الضوئية) وبهذا يتم تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية في جزيئات أليضية وسيطية ($ATP, NADPH, H^+$).

تستعمل نواتج التفاعل الكيموضوئي في التفاعل الكيموحيوي الذي يحدث على مستوى الستروما، والذي يتم فيه تثبيت الـ CO_2 وارجاع المادة العضوية وفق حلقة من التفاعلات التي لا تتطلب الضوء وتسمى حلقة كالفن وبنسون بتدخل انزيمات نوعية أهمها RUBISCO و خلال ذلك يتم تحويل الطاقة الكيميائية في الجزيئات الأليضية الوسيطة الى طاقة كيميائية كامنة في روابط الجزيئات العضوية كما يتم تجديد الـ $ADP, P_i, NADP^+$ الضرورية لاستمرار التفاعل الكيموضوئي.

وجود الضوء ضروري لانطلاق اول حلقة تحويل للطاقة داخل الخلية الحية الخضراء التي تملك أنظمة ضوئية تمتص الطاقة الضوئية وتحولها طاقة كيميائية في جزيئات ATP، و $NADPH$ وهذا ما يضمن تحويل الكربون المعدني الى كربون عضوي وادماج الطاقة في روابط الجزيئات العضوية باستعمال نواتج التحول الأول. (وهذا ما يسمى ازدواجية تفاعل تحويل الطاقة وتثبيت الـ CO_2)



إعداد الأستاذة خيرة فليتي / تابعوا تفاصيل الوحدة و تطبيقاتها في مجلة الجوهرة و على قناة اليوتيوب : قناة الأستاذة خيرة فليتي